



12

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt : 91400862.8

51 Int. Cl.<sup>5</sup> : G01S 17/88, G01S 17/87

22 Date de dépôt : 29.03.91

30 Priorité : 20.04.90 FR 9005052

72 Inventeur : N'Guyen, Hoang Giang  
9, rue de Belfort  
F-91130 Ris-Orangis (FR)

43 Date de publication de la demande :  
30.10.91 Bulletin 91/44

74 Mandataire : Ernst-Schonberg, Michel et al  
REGIE NATIONALE DES USINES RENAULT  
SA, Sce 0267, 860, quai de Stalingrad  
F-92109 Boulogne Billancourt Cédex (FR)

84 Etats contractants désignés :  
DE ES GB IT

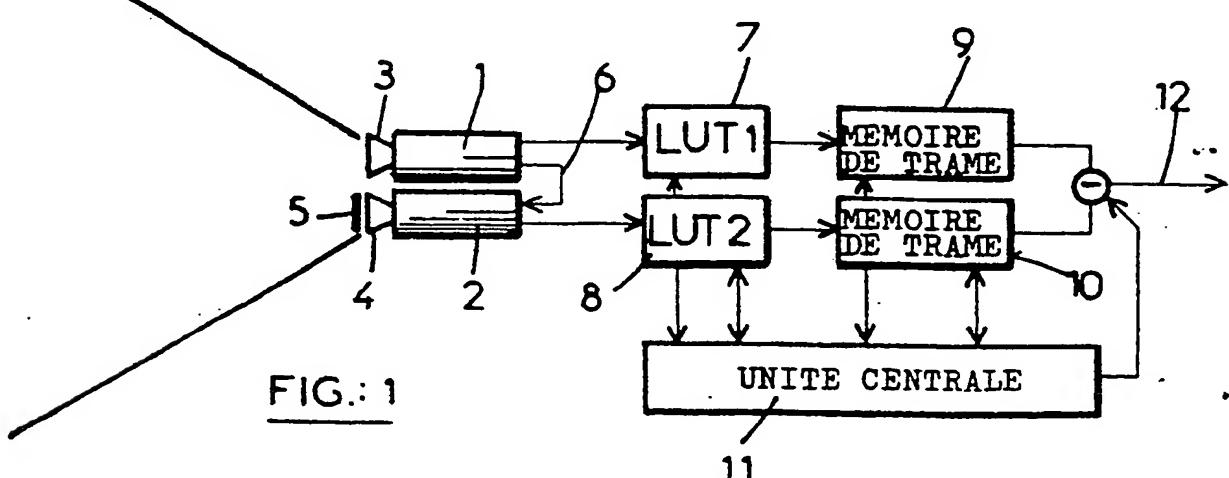
71 Demandeur : REGIE NATIONALE DES USINES  
RENAULT S.A.  
34, Quai du Point du Jour  
F-92109 Boulogne Billancourt (FR)

### 54 Dispositif de visualisation d'obstacles, notamment pour véhicule automobile.

57 Le dispositif visualise des obstacles présents sur la trajectoire du véhicule, ces obstacles étant perçus par des organes réfléchissant dans l'infrarouge tels que les réflecteurs de feux "stop" d'un autre véhicule présent dans le champ ouvert à la trajectoire du véhicule équipé du dispositif. Celui-ci comprend a) une première caméra vidéo à capteur CCD (1) sensible aux rayonnements d'un domaine spectral couvrant le domaine infrarouge et plus large que celui-ci pour saisir une image vidéo du champ ouvert à la progression du véhicule sur sa trajectoire, b) une deuxième caméra vidéo à capteur CCD (2) pour saisir une autre image de ce champ, dans le domaine du rayonnement visible complétant le domaine infrarouge pour couvrir ensemble sensiblement le domaine de sensibilité du premier moyen, et c) des moyens électroniques (11) de traitement par différence des deux images vidéo ainsi obtenues pour former une troisième image vidéo du champ ouvert au véhicule, contenant seulement une image de contraste relevé de l'obstacle.

EP 0 454 516 A1

FIG. : 1



Jouve, 18, rue Saint-Denis, 75001 PARIS

La présente invention est relative à un dispositif de visualisation d'obstacles et, plus particulièrement, à un tel dispositif conçu pour visualiser un obstacle présent sur la trajectoire d'un véhicule automobile, cet obstacle réfléchissant ou émettant un rayonnement d'un domaine spectral prédéterminé.

Pour visualiser des obstacles présents dans le champ ouvert à la trajectoire d'un véhicule automobile, notamment lorsque la visibilité est mauvaise, on a proposé d'installer dans le véhicule une ou plusieurs caméras vidéo équipées de cibles ou capteurs CCD à couplage de charge et de filtres adéquats pour saisir des images de ce champ, et de traiter électroniquement les images saisies par la (les) caméra(s) de manière à faire ressortir certaines caractéristiques de ces images correspondant à des obstacles tels que des véhicules présents dans le champ. Des algorithmes complexes appliqués aux caractéristiques optiques des différents pixels de l'image sont alors nécessaires pour extraire de cette image le contour de la chaussée par exemple puis ceux des véhicules circulant sur cette chaussée. De tels calculs exigent, pour être exécutés en temps réel, des mémoires de grandes capacités et une très grande puissance de calcul, permettant l'exécution de quelques centaines de millions d'instructions par seconde, par exemple. De tels moyens de traitement sont d'un coût trop élevé pour être admissibles dans un véhicule automobile, du point de vue économique.

La présente invention a donc pour but de réaliser un dispositif de visualisation d'obstacles qui soit d'un coût tel que son incorporation dans un véhicule automobile soit possible.

On atteint ce but de l'invention, ainsi que d'autres qui apparaîtront dans la suite de la présente description, avec un dispositif embarqué de visualisation d'un obstacle présent sur la trajectoire d'un véhicule automobile, cet obstacle réfléchissant ou émettant un rayonnement d'un domaine spectral prédéterminé, ce dispositif comprenant a) un premier moyen sensible aux rayonnements d'un domaine spectral couvrant le domaine prédéterminé et plus large que celui-ci, pour saisir une image vidéo du champ ouvert à la progression du véhicule sur sa trajectoire, b) un deuxième moyen de saisie d'une autre image de ce champ, sensible à des rayonnements d'un domaine spectral complétant le domaine prédéterminé pour couvrir ensemble sensiblement le domaine de sensibilité du premier moyen, et c) des moyens électroniques de traitement par différence des deux images vidéo ainsi obtenues pour former une troisième image vidéo du champ ouvert au véhicule, contenant seulement une image de contraste relevé de l'obstacle.

Les moyens électroniques utilisés pour traiter par différence, pixel par pixel, les deux images vidéo, sont beaucoup moins importants que ceux nécessaires à l'extraction de contour et/ou à la reconnaissance de forme, opérations qui mettent en oeuvre des algo-

rithmes de traitement complexes, comme cela est connu du spécialiste. Suivant l'invention, il est alors possible de visualiser un obstacle avec des moyens électroniques de traitement de coût raisonnable, incorporables à un véhicule automobile.

5 Suivant une mise en oeuvre de l'invention, utilisable quand le domaine spectral prédéterminé dans lequel rayonne l'obstacle est celui du rayonnement infrarouge, le domaine spectral de sensibilité du premier moyen de saisie couvre le domaine visible et le domaine infrarouge, le domaine spectral de sensibilité du deuxième moyen de saisie couvrant le seul domaine visible.

10 Selon un premier mode de réalisation de l'invention, le premier moyen de saisie est constitué par une caméra vidéo à capteur CCD, éventuellement équipée d'un filtre infrarouge. Le deuxième moyen de saisie est constitué par une caméra vidéo à capteur CCD équipée d'un filtre transmettant les rayonnements du seul domaine visible.

15 Selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, les premier et deuxième moyens de saisie d'images vidéo comprennent des premier et deuxième objectifs formant partie d'une caméra vidéo à capteur CCD et équipés de moyens optiques déflecteurs pour projeter successivement sur ce capteur des images du même champ, formées par les premier et deuxième objectifs.

20 Selon un troisième mode de réalisation de l'invention, les premier et deuxième moyens de saisie d'images vidéo comprennent un objectif unique formant partie d'une caméra vidéo à capteur CCD équipée de moyens de filtrage agencés pour assurer que deux trames d'images vidéo successives saisies par la caméra correspondent à des images filtrées dans le domaine visible et dans le domaine infrarouge, respectivement.

25 Dans tous les modes de réalisation, les moyens électroniques de traitement des images vidéo saisies assurent une soustraction de signaux vidéo pixel par pixel dans des trames de tels signaux correspondant à deux images d'un même champ, constituées de rayonnements de deux domaines spectraux présentant au moins une partie non commune, pour former une trame de signaux vidéo contenant l'image de l'obstacle seulement. Ces moyens électroniques de traitement peuvent comprendre en outre des moyens de modification des histogrammes des images vidéo saisies, préalablement à la soustraction pixel par pixel des signaux vidéo représentatifs de ces images, pour accroître le contraste de l'image finale obtenue.

30 Le dispositif suivant l'invention est conçu notamment pour visualiser un obstacle constitué par un véhicule automobile placé dans le champ ouvert à la progression du véhicule dans lequel le dispositif est embarqué. Le dispositif comprend alors en outre une source de rayonnement infrarouge éclairant ce champ, l'obstacle constitué par le véhicule placé dans

le champ étant visualisé par les images de réflecteurs de ce rayonnement placés sur le véhicule formant obstacle.

D'autres caractéristiques et avantages du dispositif suivant l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre et à l'examen du dessin annexé dans lequel :

- la figure 1 est un schéma d'un premier mode de réalisation du dispositif de visualisation selon l'invention,
- la figure 2 représente schématiquement une caméra vidéo incorporable au dispositif de la figure 1,
- la figure 3 représente les graphes des transmittances spectrales de filtres et le graphe de la sensibilité spectrale de capteurs CCD équipant des caméras vidéo, utilisés dans le dispositif suivant l'invention,
- la figure 4 est un schéma d'une variante d'un dispositif de visualisation à deux caméras, suivant l'invention,
- la figure 5 est un schéma d'un deuxième mode de réalisation du dispositif suivant l'invention, et
- la figure 6 est un schéma d'un troisième mode de réalisation du dispositif suivant l'invention.

On se réfère à la figure 1 du dessin annexé où il apparaît que le dispositif suivant l'invention, dans ce premier mode de réalisation, comprend des premier et deuxième moyens de saisie d'images constitués par des caméras vidéo 1 et 2 respectivement. De préférence ces caméras vidéo sont du type qui comprennent des capteurs CCD (à couplage de charge). Ces capteurs étant constitués par des composants "état solide", les caméras comprenant de tels capteurs sont moins fragiles que les caméras vidéo classiques à tube Vidicon, par exemple. Les caméras vidéo à capteurs CCD conviennent ainsi mieux pour être embarquées dans un véhicule qui est appelé à subir des chocs en fonction de l'état de la route.

Sur la figure 3, on a représenté en 28 le graphe de la courbe de sensibilité spectrale d'une caméra à capteur CCD typique. Il apparaît sur cette figure que cette sensibilité spectrale s'étend sur un large domaine qui couvre à la fois le domaine visible (entre 400 et 700 nanomètres) et le domaine infrarouge (entre 700 et 1200 nanomètres). Sur cette même figure 3, on a représenté en 29 le graphe de la transmittance spectrale d'un filtre optique passe-bande couvrant le domaine visible entre 400 et 700 nanomètres.

Suivant la présente invention, on équipe la caméra 2 du dispositif suivant l'invention d'un tel filtre 5 couvrant l'objectif 4 de cette caméra alors que l'objectif 3 de l'autre caméra n'est équipé d'aucun filtre. Bien entendu le filtre 5 pourrait être situé aussi derrière l'objectif 4. Les deux objectifs 3 et 4 présentent les mêmes caractéristiques optiques.

Les deux caméras 1 et 2 sont synchronisées par

l'intermédiaire d'un fil de synchronisation 6. Les signaux vidéo issus des caméras 1 et 2 sont dirigés vers des mémoires d'images 7, 8 respectivement, munies éventuellement de tables de conversion d'échelle de gris LUT 1 et LUT 2 ( de l'anglais look-up table ). Ces tables de conversion permettent de modifier l'histogramme de chaque image, pour un but que l'on expliquera plus loin. Les deux images saisies ainsi traitées sont ensuite mémorisées dans des mémoires de trames 9 et 10. Une unité centrale 11 coordonne le fonctionnement des mémoires 7, 8, 9, 10 et commande la soustraction, pixel par pixel des trames vidéo contenues dans les mémoires 9 et 10, des signaux représentatifs de trames de "différence" étant ainsi disponibles sur une ligne 12 en vue d'une visualisation de ces trames sur un dispositif d'affichage ( non représenté ).

On explique maintenant le fonctionnement du dispositif de la figure 1, en liaison avec l'examen des graphes représentés sur la figure 3. Sur cette figure, il est clair que la caméra 2, munie du filtre passe-bande 5 transmettant uniquement les rayonnements du domaine visible, ne "voit" pas les objets dont la réflectance ou l'albedo correspond à la plage supérieure de la bande spectrale de la caméra vidéo 1, plage qui correspond sensiblement au domaine infrarouge situé entre 700 et 1200 nanomètres, ces objets étant bien entendu perçus par la première caméra 1 qui n'est pas équipée de filtre. Les objectifs des deux caméras étant orientés pour couvrir le même champ, comme représenté à la figure 1, on comprend que la soustraction en temps réel des images délivrées par ces deux caméras fournit une image résultante ne comportant que des objets rayonnant ou réfléchissant dans la plage non couverte par le filtre 5, soit dans le domaine infrarouge.

Les traitements d'images par action sur leurs histogrammes sont bien connus. Ceux-ci pourront être utilisés (en 7 et 8) pour diminuer le contraste de l'image captée à travers le filtre 5 qui transmet les rayonnements du domaine visible. De même en modifiant l'histogramme de l'image saisie par la caméra 1 dépourvue de filtre, on peut renforcer le contraste des parties de l'image qui correspondent à des objets réfléchissant ou émettant dans l'infrarouge. Ces mesures permettent de renforcer le contraste de l'image obtenue par différence des images captées par les caméras 1 et 2.

Ainsi peut-on, suivant l'invention, visualiser et identifier des véhicules automobiles présents dans le champ des caméras 1 et 2. En effet ces véhicules comportent, à l'arrière, des feux de "stop" et, à l'avant des projecteurs, tous équipés de réflecteurs. Une source de rayonnement infrarouge est alors montée à l'avant du véhicule équipé du dispositif selon l'invention, pour projeter un faisceau de rayonnement infrarouge dans le champ ouvert à la trajectoire du véhicule, champ surveillé par les caméras 1 et 2. Si

un véhicule progresse, dans ce champ, dans le même sens que le véhicule équipé du dispositif suivant l'invention, les réflecteurs associés à ces feux de stop réfléchissent vers les caméras 1 et 2 une partie du rayonnement infrarouge émis par la source montée à l'avant du véhicule équipé de ces caméras. L'image formée par la caméra 1, non équipée de filtre, comprendra donc des parties d'images correspondant à ces réflecteurs de feux de stop. Si un véhicule progresse dans le champ des caméras en sens contraire de celui du véhicule équipé du dispositif suivant l'invention, ce sont les réflecteurs des projecteurs placés à l'avant du premier véhicule qui renvoient un rayonnement infrarouge vers les caméras 1 et 2. Dans les deux cas, l'image obtenue par soustraction des images produites par ces caméras contient celle des réflecteurs du véhicule formant obstacle dans le champ.

Une telle visualisation de ces réflecteurs s'avère particulièrement utile en conduite de nuit, lorsque la visibilité est mauvaise.

En outre, on peut tirer parti du fait que les véhicules automobiles sont équipés de paires de feux ou de projecteurs disposés horizontalement dans une position fixe l'un par rapport à l'autre pour obtenir une information supplémentaire de la visualisation obtenue de ces feux. En effet, la variation de la distance des images des réflecteurs associés, dans l'image filtrée et différenciée obtenue à l'aide du dispositif selon l'invention, permet de détecter si un obstacle s'approche (la distance des images s'accroît) ou s'éloigne (la distance des images décroît) ainsi que de mesurer la vitesse de l'obstacle. Une telle information peut être extraite par des moyens électroniques de traitement d'images additionnelles et communiquée au conducteur du véhicule qui peut ainsi évaluer à tout moment la proximité de l'obstacle. L'association à ce traitement d'une détection de la forme des images des réflecteurs, permet de distinguer les voitures qui circulent en sens inverse des voitures qui circulent dans le même sens que le véhicule équipé du dispositif suivant l'invention, du fait que les réflecteurs associés aux feux de stop et aux projecteurs sont de forme différente.

On notera que l'utilisation d'une source de rayonnement infrarouge invisible à l'oeil nu, à l'avant du véhicule équipé du dispositif selon l'invention, n'est pas susceptible de gêner les autres conducteurs.

On peut améliorer encore l'image des réflecteurs d'un véhicule formant obstacle dans l'image obtenue par soustraction, en plaçant un filtre infrarouge 13 sur l'axe optique de la caméra 1, comme représenté à la figure 2 où ce filtre 13 est placé entre l'objectif 3 et un capteur CCD 14. Un tel filtre présentant une transmittance spectrale conforme au graphe 30 de la figure 3, permet d'améliorer l'élimination des objets réfléchissant ou émettant dans le domaine visible, dans l'image finale obtenue.

Une variante du dispositif de la figure 1 est représentée à la figure 4. Cette variante comporte deux voies optiques constituées par des objectifs 1', 2', des filtres 15, 25, des cibles ou capteurs CCD 31, 32, et des préamplificateurs 33, 34, respectivement, placés en série dans cet ordre. Le filtre 15 transmet dans le domaine visible (400-700 nanomètres) et le filtre 25 transmet dans le domaine infrarouge (700 - 1200 nanomètres).

Le dispositif comprend une unité de traitement et de saisie 36 commune aux deux voies. Une commutation, à une fréquence de 50 Hz par exemple, entre chacune de ces voies et cette unité 36, est assurée par une unité de commande logique 35. Ainsi une trame d'images sur deux est saisie dans le spectre infrarouge, l'autre trame étant saisie dans le spectre visible. La sortie vidéo 37 de l'unité 36 est raccordée à une unité de traitement d'images qui effectue un prétraitement sur les niveaux de gris et la différenciation suivant l'invention entre deux trames d'images successives.

On a représenté à la figure 5 un deuxième mode de réalisation du dispositif suivant l'invention. Ce dispositif prend la forme d'une caméra vidéo munie de deux objectifs 1", 2" et d'un seul capteur CCD 44. Des filtres 45 et 46 transmettant dans le domaine visible et dans le domaine infrarouge respectivement, sont placés en arrière des objectifs 1" et 2" respectivement, sur l'axe optique de ceux-ci. Des moyens optiques déflecteurs 38, 39, 41 assurent la commutation entre chacune des voies optiques et le capteur 44. Ces moyens optiques comprennent des miroirs 38 et 39 définissant entre eux un chemin optique 40, à 90° de l'axe optique de l'objectif 13', et un prisme 41 monté à rotation autour d'un axe 43 perpendiculaire au plan du capteur 44. Dans une première position, le prisme renvoie la lumière reçue du miroir 39, en provenance de l'objectif 1", vers le capteur 44 et, dans une deuxième position écartée de 180° de la première, le prisme 41 éclaire le capteur 44 avec la lumière venue de l'objectif 2", par l'intermédiaire des axes optiques 42 et 43. La rotation oscillante du prisme de renvoi 41 est synchronisée avec les signaux de "synchronisation trame", à la fréquence de 50 Hz par exemple émis par une électronique de commande associée au capteur CCD 44. Des moyens moteurs (non représentés) assurent cette rotation oscillante en synchronisme avec ces signaux. Dans cette configuration, le dispositif selon l'invention ne comprend qu'une seule électronique de traitement des signaux vidéo saisis par le capteur 44.

On a représenté à la figure 6 un troisième mode de réalisation du dispositif de visualisation selon l'invention. Celui-ci prend la forme d'une caméra vidéo à un seul objectif 47, cette caméra étant modifiée pour comprendre en outre un disque porte-filtres 48 placé en avant d'un capteur CCD 44'. Le disque porte-filtre peut comprendre deux secteurs demi cir-

culaires 49 et 51 constituant respectivement un filtre transmettant dans le domaine visible et un filtre transmettant dans l'infrarouge. Un moteur 52 entraîne le disque 48 en rotation par l'intermédiaire d'une couronne dentée. Le moteur 52 est commandé de manière à faire tourner le disque à la vitesse de 50 tours par seconde, en synchronisme avec les signaux de "synchronisation trame" émis par une électronique de commande associée au capteur 44'. Ainsi, pendant deux trames successives du signal vidéo, deux filtres 49, 51 sont successivement interposés sur l'axe optique 53 de l'objectif 47 de manière à filtrer successivement dans le visible et dans l'infrarouge, la lumière reçue par le capteur 44'. Ainsi une trame d'images sur deux est formée dans le spectre infrarouge, l'autre trame étant formée dans le spectre visible. Le traitement des trames d'images obtenues est identique à celui opéré lorsque ces deux trames d'images sont saisies par des caméras distinctes.

Les divers modes de réalisation de l'invention décrits ci-dessus sont tous susceptibles de fournir une visualisation d'obstacles réfléchissant ou rayonnant dans l'infrarouge, en permettant de se passer des traitements d'images coûteux, par extraction de contour ou reconnaissance de forme, de la technique antérieure. Ils fonctionnent parfaitement en temps réel avec des électroniques de traitement d'images présentant une puissance de calcul raisonnable.

Bien entendu l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits et représentés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple. En particulier, le choix de plages jointives de la bande de sensibilité spectrale du capteur CCD utilisé pourrait être modifié pour être adapté à des obstacles réfléchissant ou rayonnant dans d'autres domaines spectraux. On pourrait, dans d'autres applications, par exemple, utiliser des filtres permettant de ne faire ressortir que des objets dont l'albedo correspond à une plage de la bande spectrale du capteur CCD autre que la plage infrarouge, par exemple la plage inférieure du domaine de longueurs d'ondes auquel le capteur CCD est sensible (de 300 à 500 nanomètres par exemple).

En outre, la présence d'un projecteur de rayonnement infrarouge sur un véhicule équipé du dispositif suivant l'invention n'est pas nécessaire si les véhicules à identifier comme obstacles sont eux-mêmes équipés de sources de rayonnement infrarouge plutôt que de réflecteurs de ce rayonnement.

#### Revendications

1. Dispositif embarqué de visualisation d'un obstacle présent sur la trajectoire d'un véhicule automobile, cet obstacle réfléchissant ou émettant un rayonnement d'un domaine spectral prédéterminé, dispositif caractérisé en ce qu'il comprend :

- 5 a ) un premier moyen (1) sensible aux rayonnements d'un domaine spectral couvrant le domaine prédéterminé et plus large que celui-ci pour saisir une image vidéo du champ ouvert à la progression du véhicule sur sa trajectoire,
- 10 b) un deuxième moyen (2) de saisie d'une autre image de ce champ, sensible à des rayonnements d'un domaine spectral complétant le domaine prédéterminé pour couvrir ensemble sensiblement le domaine de sensibilité du premier moyen, et
- 15 c) des moyens électroniques (11) de traitement par différence des deux images vidéo ainsi obtenues pour former une troisième image vidéo du champ ouvert au véhicule, contenant seulement une image de contraste relevé de l'obstacle.

20 2. Dispositif conforme à la revendication 2, caractérisé en ce que le domaine spectral prédéterminé est celui du rayonnement infrarouge, en ce que le domaine spectral de sensibilité du premier moyen de saisie (1) couvre le domaine visible et le domaine infrarouge et en ce que le domaine spectral de sensibilité du deuxième moyen de saisie (2) est le domaine visible.

25 3. Dispositif conforme à la revendication 2, caractérisé en ce que le premier moyen est constitué par une caméra vidéo (1) à capteur CCD.

30 4. Dispositif conforme à la revendication 3, caractérisé en ce qu'un filtre infrarouge (13) est placé sur l'axe optique de ladite caméra.

35 5. Dispositif conforme à l'une quelconque des revendications 2 et 3, caractérisé en ce que le deuxième moyen de saisie est constitué par une caméra vidéo (2) à capteur CCD équipée d'un filtre (5) transmettant le rayonnement du seul domaine visible.

40 6. Dispositif conforme à la revendication 2, caractérisé en ce que les premiers deuxièmes moyens de saisie d'images vidéo comprennent des premiers (1") et deuxièmes (2") objectifs formant partie d'une caméra vidéo à capteur CCD et équipée de moyens optiques déflecteurs (38, 39, 41) pour projeter successivement sur ce capteur des images formées par les premiers et deuxièmes objectifs.

45 7. Dispositif conforme à la revendication 6, caractérisé en ce que les premiers et deuxièmes objectifs sont équipés respectivement de filtres (45, 46) transparents aux rayonnements des domaines infrarouge et visible, respectivement.

8. Dispositif conforme à la revendication 2, caractérisé en ce que les premier et deuxième moyens de saisie d'images vidéo comprennent un objectif (47) unique formant partie d'une caméra vidéo à capteur CCD et équipée de moyens de filtrage (48, 49, 51, 52) agencés pour assurer que deux trames d'images vidéo successives saisies par la caméra correspondent à des images filtrées dans le domaine visible et dans le domaine infrarouge respectivement.

9. Dispositif conforme à la revendication 8, caractérisé en ce que les moyens de filtrage sont constitués par un disque (48) monté à rotation dans la caméra et comprenant des premier (49) et deuxième (51) filtres transparents aux infrarouges et aux rayonnements du domaine visible, respectivement, un moteur (52) entraînant ce disque en rotation de manière que ces filtres s'interposent successivement et cycliquement sur l'axe optique (53) de l'objectif (47) en synchronisme avec la saisie de trames d'images successives par la cible CCD de la caméra.

10. Dispositif conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que les moyens électroniques de traitement des images vidéo saisies assurent une soustraction de signaux vidéo pixel par pixel dans des trames de tels signaux correspondant à deux images d'un même champ constitués de rayonnements de deux domaines spectraux présentant au moins une partie non commune, pour former une trame de signaux vidéo contenant l'image de l'obstacle seulement.

11. Dispositif conforme à la revendication 10, caractérisé en ce que les moyens électroniques de traitement comprennent des moyens (7, 8) de modification des histogrammes des images vidéo saisies, préalablement à la soustraction pixel par pixel des signaux vidéo représentatifs de ces images.

12. Dispositif conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 11, conçu pour visualiser l'obstacle constitué par un véhicule automobile placé dans le champ ouvert à la progression du véhicule dans lequel le dispositif est embarqué, caractérisé en ce qu'il comprend une source de rayonnement infrarouge éclairant ce champ, l'obstacle constitué par le véhicule placé dans le champ étant visualisé par les images de réflecteurs de ce rayonnement placés sur le véhicule formant obstacle.

13. Dispositif conforme à la revendication 12, caractérisé en ce que la troisième image vidéo contient seulement une image des réflecteurs d'une paire de feux ou de projecteurs montés sur le véhicule formant obstacle.

5 14. Dispositif conforme à la revendication 13, caractérisé en ce que les moyens électroniques de traitement comprennent en outre des moyens d'analyse de la troisième image vidéo, sensibles à la distance des images des réflecteurs de la paire pour en déduire la distance du véhicule formant obstacle et sa vitesse relative par rapport au véhicule dans lequel le dispositif est embarqué.

10 15. Véhicule automobile équipé d'un dispositif de visualisation d'obstacles conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 14.

20

25

30

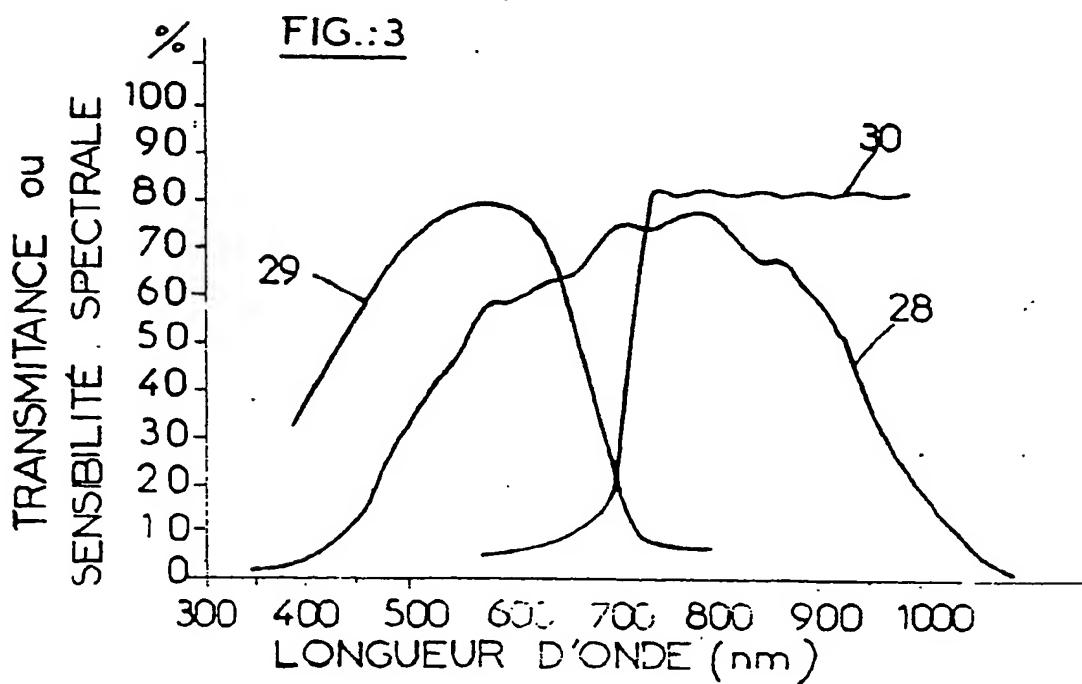
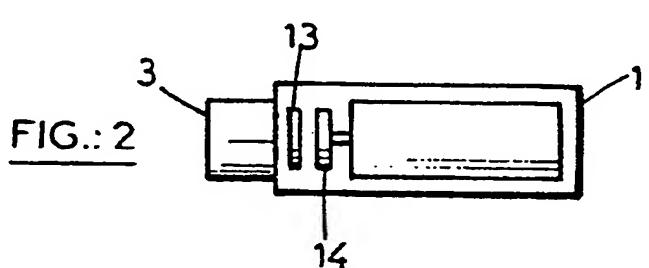
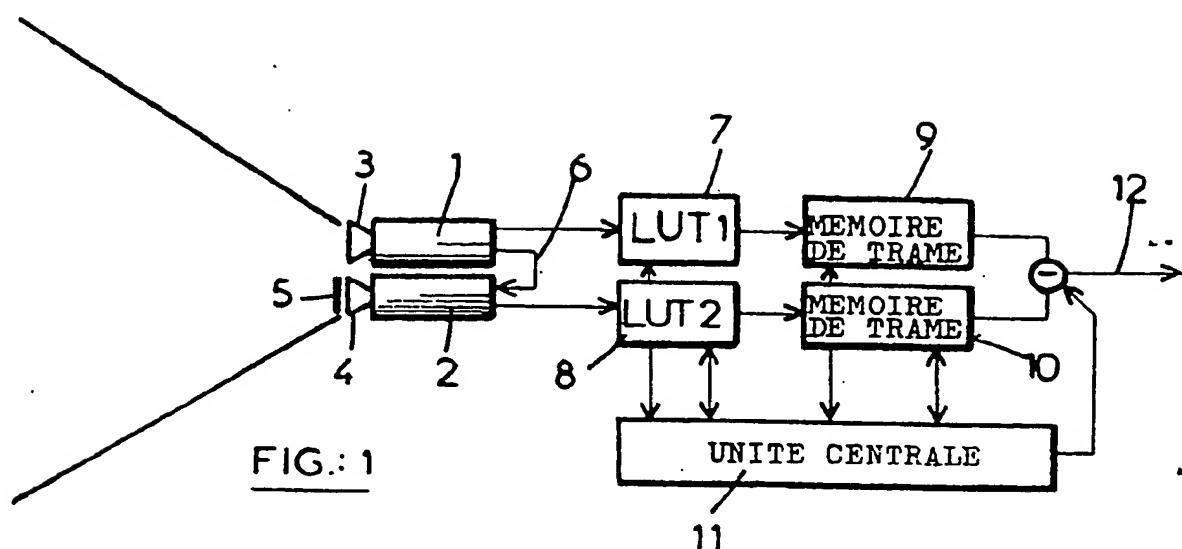
35

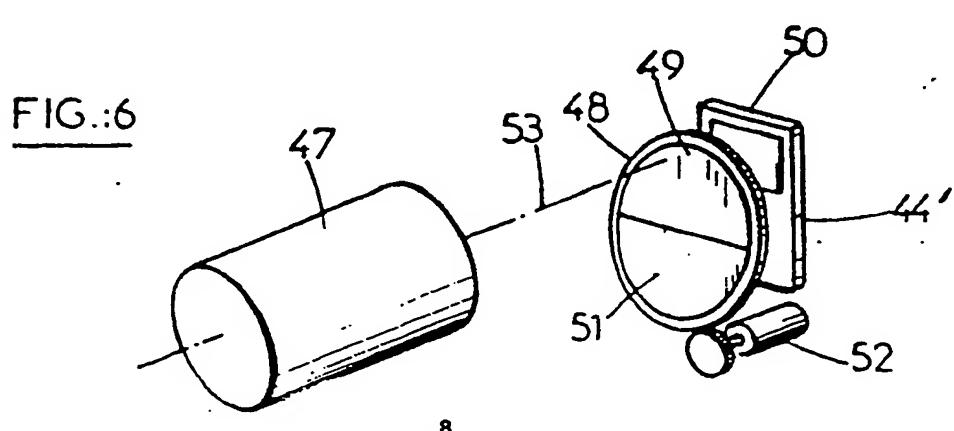
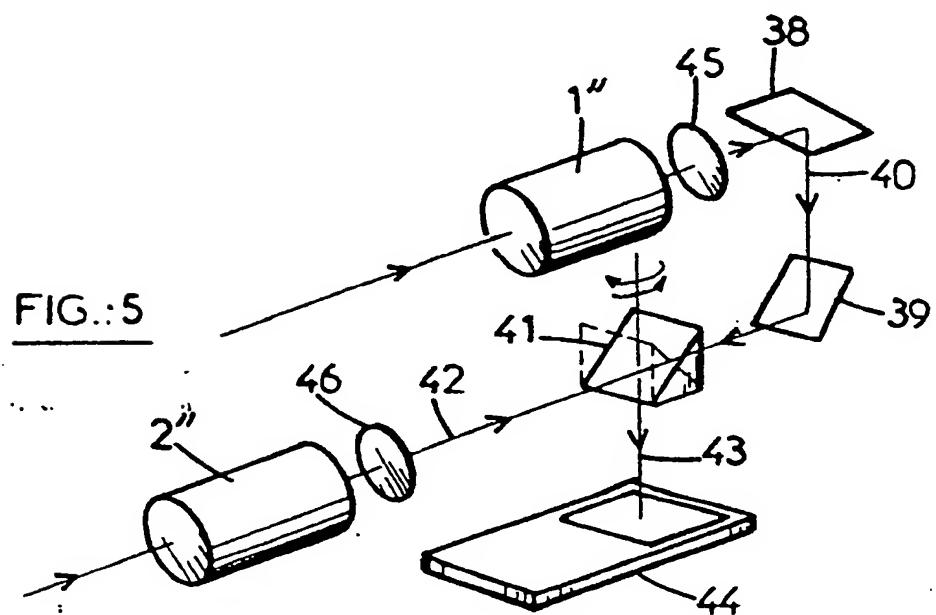
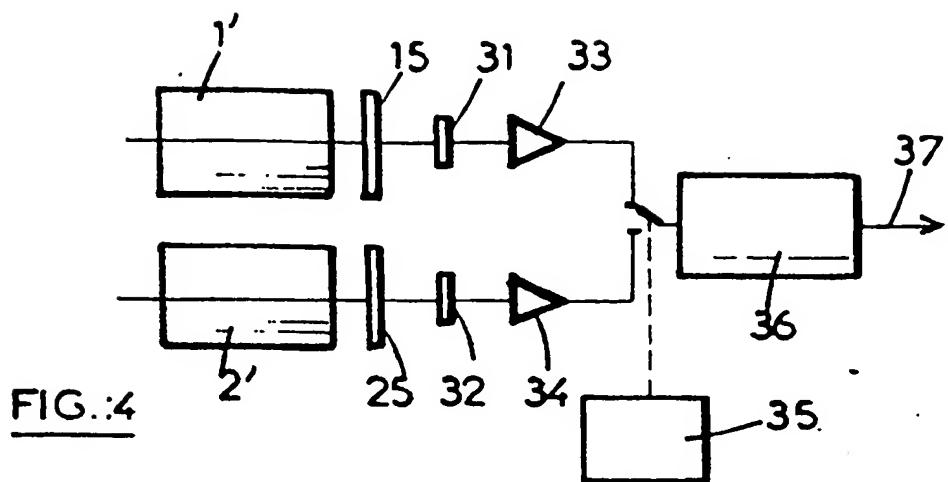
40

45

50

55







Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 91 40 0862

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
A	FR-A-2 554 612 (OFFICE NATIONAL D'ETUDES ET DE RECHERCHES AEROSPATIALES) * abrégé * * page 3, ligne 3 - ligne 9 * * page 3, ligne 24 - ligne 30 * * page 4, ligne 1 - ligne 4 * * page 5, ligne 1 - ligne 12 * * page 5, ligne 21 - ligne 27 * * page 5, ligne 29 - page 6, ligne 13 * * page 12, ligne 5 - ligne 13 * * page 21 - page 24 * -----	1, 3, 6, 10, 12, 15	<b>G01S17/88</b> <b>G01S17/87</b>  <b>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. CL5)</b>  <b>G08B</b> <b>G01S</b> <b>G06F</b>
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur	
LA HAYE	31 JUILLET 1991	CHATEAU J. P.	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande I : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EP 0454516 A1

54 Device for displaying obstacles, especially for car vehicles.

57 The device displays the obstacles present on the trajectory of the vehicle, these obstacles being perceived by the components reflecting in the infrared such as the «Stop» lights of another vehicle present in the field prevailing in the trajectory of the vehicle equipped with the device. The device includes a) a first CCD sensor video camera (1) sensitive to the radiations of a spectral field covering the infrared field and larger than the spectral field in order to capture a video image of the field prevailing in the progression of the vehicle on its trajectory, b) a second CCD sensor video camera (2) in order to capture another image of the field, in the field of visible radiation completing the infrared field in order to cover together sensitively the field of sensitivity of the first means, and c) of the electronic means (11) of processing a difference between both video images thus obtained in order to form a third video image of the field prevailing in the trajectory of the vehicle, containing only one image of raised contrast of the obstacle.

FIG. 1

9. FRAME MEMORY

10. FRAME MEMORY

11. CENTRAL PROCESSING UNIT

The present invention relates to a device for displaying obstacles and, more particularly, to such a device conceived for displaying an obstacle present on the trajectory of a car vehicle, the obstacle reflecting or emitting a radiation of a predetermined spectral field.

In order to display the obstacles present in the field prevailing in the trajectory of a car vehicle, especially when the visibility is bad, it has been proposed to install in the vehicle one or several video cameras equipped with targets or sensors with coupling of load and of filters adequate to capture the images of the field, and to process electronically the images captured by the camera(s) so as to highlight the images corresponding to the obstacles such as the vehicles present in the field. The complex algorithms applied to the optical characteristics of the different pixels of the image are then necessary in order to extract from the image the contour of the road surface, for instance, then those of the vehicles circulating on the road surface. Such calculation require memories of great capacity in order to be executed in real time, and a very high capacity of calculation, allowing the execution of some hundred millions of instructions per second, for instance. Such means of processing are very expensive to be allowed in a car vehicle, under the economical viewpoint.

The present invention has therefore the aim to realize a device for displaying obstacles that offers a cost such that its incorporation into a car vehicle is possible.

This object of the invention, as well as others which will appear later in this description, are achieved with an transported display device of an obstacle present on the trajectory of a motor vehicle, this obstacle reflecting or emitting a radiation of a predetermined spectral field, the device including

- a) A first means that is sensitive to the radiations of a spectral field covering a predetermined field and a field broader than the field, in order to capture a video image of the field prevailing in the progression of the vehicle on its trajectory,
- b) A second means of capturing another image of this field, that is sensitive to radiations of a spectral field completing the predetermined field in order to appreciably cover the field of sensitivity of the first means, and
- c) The electronic means of processing a difference between both video images thus obtained in order to form a third video image of the field prevailing in the trajectory of the vehicle, containing only one image of raised contrast of the obstacle.

The electronic means used to process a difference for each pixel between the two video images, which are much less important than those necessary to the extraction of contour and/or the pattern recognition, and the operations implement complex processing algorithms, as known by experts. According to the invention, it is thus possible to display an obstacle through electronic means which processes the difference with a reasonable cost and which can be incorporated in a motor vehicle.

According to an implementation of the invention, which is usable when the predetermined spectral field to which the obstacle irradiates is that of the infra-red radiation, the spectral field of sensitivity of the first means for capturing a video image covers the visible field and the infrared field, the spectral field of sensitivity of the second means for capture covering the visible field only.

According to a first mode of realization of the invention, the first means of capture includes a CCD sensor video camera, possibly equipped with an infrared filter. The second means of capture includes a CCD sensor video camera equipped with a filter transmitting the radiations of the only visible field.

According to a second mode of realization of the invention, the first and second means of capture of video

images include the first and second objectives being part of a CCD sensor video camera and equipped with optics deflector means in order to project successively the images of the same field on this sensor, formed by the first and second objective lenses.

According to a third mode of realization of the invention, the first and second means of capture of video images include a single objective lens which is part of a CCD sensor video camera equipped with means of filtering arranged so as to ensure that two frames of successive video images captured by the camera correspond to the images filtered in the visible field and the infrared field, respectively.

In all the modes of realization, the electronic means of processing of captured video images ensure a subtraction of video signals for each pixel, in frames of said signals corresponding to two images of the same field, the two images being made by penetrating radiation in two spectral fields presenting at least a non-common part of them, in order to form a frame of video signals containing the image of the obstacle only. Moreover, these electronic means of processing an image can include means of modifying the histograms of the captured video images, prior to the subtraction for each pixel, of the video signals

representative of these images, in order to increase the contrast of the final image achieved.

In particular, the device according to the invention is designed to display an obstacle constituted of a motor vehicle placed in the field prevailing in the progression of the vehicle in which the device is transported. Then, the device includes, moreover, an infrared radiation source illuminating this field, the obstacle constituted by the vehicle placed in the field being visualized by the images of reflectors of this radiation set on the vehicle forming an obstacle.

Other characteristics and merits of the device according to the invention will appear with the reading of the description to follow and with the examination of the attached drawing in which we can find as hereinunder:

- Figure 1 is a diagram of a first mode of realization of the display device according to the invention,
- Figure 2 represents schematically a video camera that can be incorporated in the device of Figure 1,
- Figure 3 represents the graphs of spectral transmittances of filters and the graph of the spectral sensitivity of CCD sensors equipping the video cameras, to be used in the device according to the invention,

- Figure 4 is a diagram of an alternative of a display device with two cameras, according to the invention,
- Figure 5 is a diagram of a second mode of realization of the device according to the invention, and
- Figure 6 is a diagram of a third mode of realization of the device according to the invention.

One refers to Figure 1 of the attached drawing where it shows that the device according to the invention, in this first mode of realization, includes the first and second means of capture of images constituted of the video cameras 1 and 2, respectively. Preferably, these video cameras are of the type which includes CCD sensors (with load coupling). With these sensors being composed of "solid state" components, the cameras incorporating such sensors are less fragile than the conventional Vidicon tube video cameras, for example. Thus, the CCD sensor video cameras are better appropriate to be transported in a vehicle which has to undergo shocks according to the condition of the road.

In Figure 3, the graph of the curve of spectral sensitivity of a typical CCD sensor camera is represented with 28. This figure shows that this spectral sensitivity extends on a broad field, which covers at the same time the visible field (between 400 and 700 nanometers) and the

infra-red range (between 700 and 1200 nanometers). In the same Figure 3, the graph of the spectral transmittance of a band pass optical filter covering the visible field between 400 and 700 nanometers is represented with 29.

According to the present invention, the camera 2 of the device according to the invention is equipped with such a filter 5 covering the objective 4 of this camera whereas the objective lens 3 of the other camera is not equipped with a filter. Of course, the filter 5 could be also located behind the objective lens 4. Both objective lenses 3 and 4 show the same optical characteristics.

Both cameras 1 and 2 are synchronized with each other through a synchronization wire 6. The video signals from the cameras 1 and 2 are directed toward the image memories 7, 8, respectively, possibly provided with the conversion charts of grey scale LUT 1 and LUT 2 (from English «Lookup Table»). These conversion charts allow the histogram of each image to be modified, for a purpose that will be explained later on. Both captured images thus treated are then stored in the frame memories 9 and 10. A central processing unit 11 coordinates the operation of memories 7, 8, 9, 10 and orders the subtraction, for each pixel, of the video frames contained in memories 9 and 10, of the representative signals of frames of "difference",

being thus available on a line 12 for a display of these frames on a display device (that is not represented).

An explanation is now given regarding the operation of the device of Figure 1, in connection with the examination of the graphs represented in Figure 3. In this figure, it is clear that camera 2, provided with the band pass filter 5 transmitting only the radiations of the visible field, "does not see" the objects whose reflectance or the "albedo" corresponds to the higher range of the spectral band of the video camera 1, a range which corresponds appreciably to the infrared range between 700 and 1200 nanometers, these objects being perceived, of course, by the first camera 1 which is not equipped with filter. The objective lenses of the two cameras being directed in order to cover the same field, as represented in Figure 1, one can understand that the subtraction in real time of the images delivered by these two cameras provides a resulting image comprising only objects radiating or reflecting in the range not covered by the filter 5, that is to say in the infrared range.

The image processing through an action on their histograms is well known. Those could be used (in 7 and 8) in order to decrease the contrast of the image captured through the filter 5 which transmits the radiations of the visible field. In the same way, by modifying the histogram

of the image captured by camera 1 deprived of filter, one can strengthen the contrast of the parts of the image which correspond to the objects reflecting or emitting in the infrared. These measurements allow reinforcing the contrast of the image obtained through difference of the images captured by cameras 1 and 2.

Thus, according to the invention, one can display and identify the motor vehicles present in the field of cameras 1 and 2. Indeed, these vehicles include, at the rear part, the "stop" lights and, in front of the projectors, all being equipped with reflectors. An infrared radiation source is then assembled in front of the vehicle equipped with the device according to the invention, in order to project an infrared beam of radiation in the field prevailing in the trajectory of the vehicle, a field that is monitored by cameras 1 and 2. If a vehicle progresses in this field, in the same direction as the vehicle equipped with the device according to the invention, the reflectors associated with these "Stop" lights reflect, towards cameras 1 and 2, a part of the infrared radiation emitted by the source assembled in front of the vehicle equipped with these cameras. The image formed by camera 1, not equipped with a filter, will thus include parts of the images corresponding to these reflectors of "Stop" lights. If a vehicle progresses in the field of the cameras in a

direction opposite to that of the vehicle equipped with the device according to the invention, they are the reflectors of the projectors placed in front of the first vehicle which return an infrared radiation towards cameras 1 and 2. In both cases, the image obtained through subtraction of the images produced by these cameras contains that of the reflectors of the vehicle forming an obstacle in the field.

Such a display of these reflectors proves particularly useful when driving during night, when the visibility is bad.

Moreover, one can benefit thanks to the fact that the motor vehicles are equipped with pairs of lights or projectors laid out horizontally in a position to be fixed with respect to the other in order to obtain additional information of the display obtained from these lights. Indeed, the variation of the distance of the images of the associated reflectors, in the filtered and differentiated image obtained with a device according to the invention, allows detecting whether an obstacle is approaching (the distance of the images increases) or is moving away (the distance of the images decreases) as well as measuring the speed of the obstacle. Such information can be extracted through electronic means of additional image processing and be communicated to the driver of the vehicle who can thus evaluate constantly the proximity of the obstacle. The

association with this processing of a detection of the shape of the images of the reflectors, allows distinguishing the cars which circulate in opposite direction of the cars circulating in the same direction as the vehicle equipped with the device according to the invention, owing to the fact that the reflectors associated with the Stop lights and the projectors are of different shape.

It will be noted that the use of an infrared radiation source invisible to the naked eye, which is placed in front of the vehicle equipped with the device according to the invention, is not likely to obstruct the other drivers.

The image of the reflectors of a vehicle forming an obstacle in the image obtained through subtraction, can be further improved by placing an infrared filter 13 on the optical axis of camera 1, as represented in Figure 2 where this filter 13 is placed between objective lens 3 and one CCD sensor 14. Such a filter presenting a spectral transmittance in conformity with Graph 30 of Figure 3, allows improving the elimination of the objects reflecting or emitting in the visible field, in the final image thus obtained.

An alternative of the device of Figure 1 is represented in Figure 4. This alternative includes two

optical ways made up by objective lenses 1', 2', filters 15, 25, targets or CCD sensors 31, 32, and preamplifiers 33, 34, respectively, to be placed in series in this sequence.

Filter 15 transmits in the visible field (400-700 nanometers) and the filter 25 transmits in the infrared range (700 - 1200 nanometers).

The device includes a processing and capture unit 36 common to both ways. A switching, at a frequency of 50 Hz, for example, between each one of these ways and this unit 36, is ensured by a logical control unit 35. Thus, one frame of images over two is captured in the infrared spectrum, the other frame being captured in the visible spectrum. The video output 37 of unit 36 is connected to a processing unit of images which carries out preprocessing on the levels of gray and differentiation according to the invention between two frames of successive images.

A second mode of realization of the device according to the invention is represented in Figure 5. This device takes the shape of a video camera provided with two objective lenses 1", 2" and with only one CCD sensor 44. Filters 45 and 46 transmitting in the visible field and infrared range, respectively, are placed behind objective lenses 1" and 2", respectively, on the optical axis of those. Deflector optics means 38, 39, 41 ensure switching between each of the optical ways and sensor 44. These

average optics include mirrors 38 and 39 defining among them an optical path 40, at an angle of 90° with respect to the optical axis of the objective lens 13', and a prism 41 to be assembled rotating around an axis 43 perpendicular to the plan of sensor 44. In a first position, the prism returns the received light of mirror 39, coming from objective lens 1", towards the interrupter 44 and, in a second position separated by 180° from the first position, prism 41 lights the sensor 44 with the light coming from objective lens 2", through the optical axes 42 and 43. The oscillating rotation of the prism of reference 41 is synchronized with the signals of "synchronization frame", at the frequency of 50 Hz, for example, to be emitted by a control electronics associated to the CCD sensor 44. Motor means (which is not represented in this case) ensure this oscillating rotation in synchronism with these signals. In this configuration, the device according to the invention includes only electronics of processing of the video signals captured by sensor 44.

A third mode of realization of the display device according to the invention is represented in Figure 6. The latter takes the shape of a video camera with only one objective lens 47, this camera being modified in order to include, moreover, a filter-holder disc 48 placed in front of a CCD sensor 44'. The filter-holder disc can include two half

circular sectors 49 and 51 constituting, respectively, a filter transmitting in the visible field and a filter transmitting in the infrared. A motor 52 drives the disc 48 in rotation through a crown wheel. The motor 52 is driven so as to rotate the disc at a speed of 50 rotations per second, in synchronism with the signals of "frame synchronization" emitted by a driving electronics associated with sensor 44'. Thus, during two successive of the video signal, two filters 49, 51 are successively interposed on the optical axis 53 of the objective lens 47 so as to filter successively the light received by sensor 44' in the visible spectrum and the infrared. Thus a frame of images over two is formed in the infrared spectrum, with the other frame being formed in the visible spectrum. The processing of the frames of images obtained is identical to the one operated when these two frames of images are captured by distinct cameras.

The various modes of realization of the invention as described above are all likely to provide a display of obstacles reflecting or radiating in the infrared, without the expensive image processing, through extraction of contour or pattern recognition, relating to the former technique. They operate perfectly in real time with the electronics of image processing presenting a reasonable computing capacity.

Of course the invention is not limited to the modes of realization as described and represented, which were given only as references. In particular, the choice of jointed ranges of the band of spectral sensitivity of the used CCD sensor could be modified to be adapted to obstacles reflecting or radiating in other spectral fields. For example, in other applications, one could use filters allowing to emphasize only objects whose "albedo" corresponds to a range of the spectral band of CCD sensor other than the infrared range, for example the lower range of the field wavelengths to which the CCD sensor is sensitive (from 300 to 500 nanometers for example).

Moreover, the presence of a projector of infra-red radiation on a vehicle equipped with the device according to the invention is not necessary if the vehicles to be identified as obstacles themselves are equipped with infra-red radiation sources rather than reflectors of this radiation.

## Claims

1. A transported device for displaying an obstacle present on the trajectory of a motor vehicle, the obstacle reflecting or emitting a radiation of a predetermined spectral field, the device comprising:

- a) First means (1) that is sensitive to the radiation of a spectral field covering the field that is predetermined and broader than the latter in order to capture a video image of the field prevailing in the progression of the vehicle on the trajectory,
- b) Second means (2) for capturing another image of the field, the second means being sensitive to radiation of a spectral field completing the field predetermined in order to appreciably cover the field of sensitivity of the first means, and
- c) Electronic means (11) of processing a difference of the two video images thus obtained in order to form a third video image of the field prevailing in the vehicle, containing only one image of a raised contrast of the obstacle.

2. The device according to Claim 2, wherein the spectral field predetermined is the one of the infrared radiation;

the spectral field of sensitivity of the first means of capture (1) covers the visible field and the infrared range; and

the spectral field of sensitivity of the second means of capture (2) is the visible field.

3. The device according to Claim 2, wherein the first means includes a video camera (1) with a CCD sensor.

4. The device according to Claim 3, wherein an infrared filter (13) is placed on the optical axis of the aforesaid camera.

5. The device according to any of the Claims 2 and 3, wherein the second means of capture includes a video camera (2) with a CCD sensor equipped with a filter (5) transmitting the radiation of the only visible field.

6. The device according to Claim 2, wherein the first second means for capturing video images include the first (1") and second (2") objective lenses, the first and second objective lenses being part of a CCD sensor video camera and equipped with deflector optics means (38, 39, 41) in order to successively project, on the sensor, the images formed by the first and second objective lenses.

7. The device according to Claim 6, wherein the first and second objective lenses are respectively equipped with filters (45, 46) transparent to the radiations of the infrared and visible fields, respectively.

8. The device according to Claim 2, wherein the first and second means for capturing video images include a single objective lens (47), the objective lens being part of a CCD sensor video camera and equipped with means of filtering (48, 49, 51, 52) to be arranged in order to ensure that two frames of successive video images captured by the camera correspond to images filtered in the visible and the infrared fields, respectively.

9. The device according to Claim 8, wherein the means of filtering are composed of a disc (48) assembled in rotation in the camera and including the first (49) and second (51) filters transparent to the infrared and the radiation of the visible field, respectively, a motor (52) driving the disc in rotation so that these filters interpose successively and cyclically on the optical axis (53) of the objective lens (47) in synchronism with the capture of frames of successive images by target CCD of the camera.

10. The device according to any of Claims 1 to 9, wherein the electronic means of processing captured video images ensure a subtraction of video signals for each pixel, in frames of such signals corresponding to two images of the same field made up of radiations of two spectral fields presenting at least a non-common part, in order to only form a frame of video signals containing the image of the obstacle.

11. The device according to Claim 10, wherein the electronic means of processing captured video images include the means (7, 8) for modifying the histograms of the captured video images, before the subtraction for each pixel, of the video signals representative of the images.

12. The device according to any of Claims 1 to 11, the device being designed to display the obstacle constituted of a motor vehicle placed in the field prevailing in the progression of the vehicle in which the device is transported,

wherein the device includes a infrared radiation source lighting this field, the obstacle consisting of the vehicle placed in the field being visualized by the images

of reflectors of this radiation placed on the vehicle forming the obstacle.

13. The device according to Claim 12, wherein the third video image contains only one image of the reflectors of a pair of lights or projectors assembled on the vehicle forming the obstacle.

14. The device according to Claim 13, wherein the electronic means of processing further include the means for analyzing the third video image, sensitive to the distance from the images of the reflectors of the pair in order to deduce the distance from the vehicle forming the obstacle and its relative speed compared to the vehicle in which the device is transported.

15. A motor vehicle equipped with a display device of obstacles according to any of Claims 1 to 14.

LUT 1      FRAME MEMORY

LUT 2      FRAME MEMORY

FIG. 1      CENTRAL PROCESSING UNIT

FIG. 2

Fig. 3

TRANSMITTANCE or

SPECTRAL SENSITIVITY

WAVE LENGTH (NM)